

PROTOTIPE PINTU LINTASAN REL KERETA API OTOMATIS

Rasional Sitepu¹⁾, Antonius F.L. Tobing¹⁾, Ignatius Indra²⁾
E-mail: tepu@mail.wima.ac.id

ABSTRAK

Kecelakaan lalu lintas pada perlintasan rel kereta api kerap terjadi akhir-akhir ini di Indonesia. Kecelakaan tersebut telah menimbulkan banyak korban jiwa baik yang hanya luka-luka maupun yang meninggal serta sejumlah kerugian material lainnya. Penyebab terjadinya kecelakaan tersebut umumnya karena tidak adanya pintu perlintasan, atau kegagalan pintu menutup saat dibutuhkan atau kegagalan operator untuk memerintahkan penutupan pintu perlintasan (human error). Dalam rangka mengurangi kecelakaan tersebut perlu kiranya setiap perlintasan diberi pintu perlintasan. Dan untuk mengurangi human error sebaiknya pintu tersebut bekerja secara otomatis. Untuk itu perlu dikembangkan teknologi yang mampu mengatasi masalah tersebut. Jurnal ini bermaksud menguraikan sebuah prototipe teknologi hasil rancangan sendiri berupa pintu perlintasan rel kereta api yang otomatis. Komponen utama yang dipakai pada sistem ini adalah mikrokontroler dan teknologi komunikasi frekuensi radio (modul FR). Berdasarkan hasil uji coba ternyata alat ini bekerja dengan baik. Pintu dapat menutup secara otomatis jika ada kereta api yang akan lewat. Sebaliknya jika kereta api sudah lewat maka pintu akan terbuka secara otomatis. Implementasi alat ini pada lokasi yang sesungguhnya membutuhkan ketersediaan sumber energi listrik bolak-balik. Oleh sebab itu alat ini perlu dikembangkan lebih lanjut sehingga dapat dioperasikan dengan sumber energi listrik menggunakan aki atau sel surya.

Kata kunci: kereta api, mikrokontroler, pintu lintasan, frekuensi radio, otomatis

PENDAHULUAN

Kecelakaan lalu lintas pada perlintasan rel kereta api kerap terjadi akhir-akhir ini. Penyebab terjadinya kecelakaan tersebut umumnya karena tidak adanya pintu perlintasan, atau kegagalan pintu menutup saat dibutuhkan atau kegagalan operator untuk memerintahkan penutupan pintu perlintasan (*human error*). Hal ini menimbulkan banyak korban jiwa, baik yang hanya luka-luka maupun yang meninggal serta sejumlah kerugian material lainnya.

Dalam rangka mengurangi kecelakaan lalu lintas pada lintasan kereta api perlu kiranya setiap lintasan diberi pintu lintasan.

Sistem pintu lintasan rel kereta api yang ada di Indonesia pada umumnya masih digerakkan secara manual. Sistem manual pada umumnya bekerja sebagai berikut: ketika operator pengendali menerima sinyal bahwa akan ada kereta api yang melewati penyeberangan maka operator akan segera menurunkan palang pintu untuk menutup jalan penyeberangan bagi bus/motor atau pejalan kaki dan membiarkan kereta api melewati penyeberangan dengan leluasa. Setelah kereta api melintas sepenuhnya maka operator akan menaikkan palang pintu untuk membuka jalan bagi bus/motor/pejalan kaki. Demikian secara

berulang-ulang operator melaksanakan pengendalian palang pintu penyeberangan.

Dari proses tersebut terlihat berbagai kelemahan diantaranya: ketergantungan yang sangat tinggi pada operator sehingga banyak kecelakaan terjadi akibat operator tidak ada di tempat, operator tertidur karena lelah atau jenuh, operator kurang cepat bertindak, atau operator kurang waspada. Kelemahan lain adalah operator tidak menerima sinyal sebagaimana seharusnya sehingga operator tidak bertindak mengendalikan palang pintu. Selain itu, pemasangan pintu lintasan manual pada setiap perlintasan rel kereta api akan membutuhkan jumlah tenaga kerja yang banyak. Penempatan satu operator pada setiap perlintasan kereta api dengan arus lalu lintas kereta api yang tidak terlalu tinggi seperti di Indonesia akan menyebabkan terjadinya inefisiensi.

Oleh sebab itu perlu dikembangkan teknologi yang dapat mengurangi jumlah operator sekaligus mengurangi kecelakaan akibat *human error*. Teknologi tersebut adalah pintu lintasan yang beroperasi secara otomatis.

Jurnal ini bermaksud menguraikan sebuah prototipe teknologi hasil rancangan sendiri berupa pintu perlintasan rel kereta api yang otomatis berbasis perangkat teknologi informasi. Komponen utama teknologi informasi yang

¹⁾ Staf Pengajar di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya

²⁾ Mahasiswa di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya

dipakai pada sistem ini adalah mikrokontroler dan teknologi komunikasi frekuensi radio (*RF module*).

TINJAUAN PUSTAKA

Sebuah teknologi otomatis pada dasarnya merupakan teknologi yang dapat bekerja sendiri dalam melaksanakan tugas pokoknya tanpa bantuan operator atau manusia. Dalam hal pintu lintasan kereta api otomatis berarti pintu tersebut dapat membuka dan menutup sendiri sesuai dengan keberadaan kereta api tanpa bantuan operator seperti halnya pada pintu lintasan yang manual. Untuk itu perlu dirancang suatu sistem pintu lintasan yang mampu mengatur diri sendiri tanpa bantuan manusia (operator).

Upaya mewujudkan pintu lintasan yang otomatis tidaklah terlalu sulit. Hal ini ditunjang oleh ketersediaan teknologi yang kian maju terutama ketersediaan teknologi informasi. Dengan banyak menguasai teknologi maka teknologi tersebut dapat dimanfaatkan untuk memudahkan kehidupan manusia.

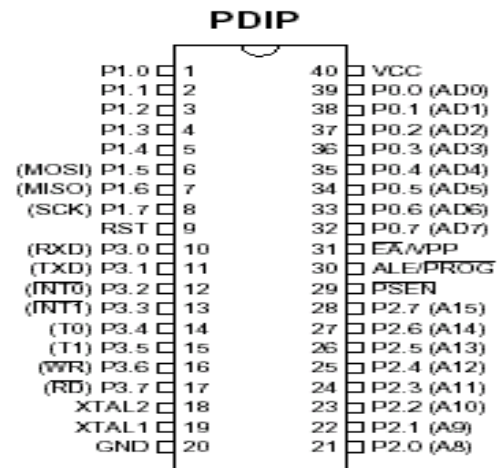
Williams and Sawyer^[1] menyatakan bahwa teknologi informasi adalah teknologi yang menggabungkan komputasi dengan jalur komunikasi berkecepatan tinggi yang membawa data, suara dan video. Teknologi informasi dapat dikelompokkan menjadi enam kelompok teknologi yakni: teknologi input, teknologi output, teknologi mesin pengolah/pengendali (*processor*), teknologi penyimpanan (memori), perangkat lunak, dan teknologi komunikasi. Kehadiran teknologi informasi telah banyak membantu manusia dalam menyelesaikan tugas-tugas maupun masalah-masalah dalam pekerjaan terutama yang kompleks, rutin, atau berbahaya. Hal ini nampak dari berperannya dalam bidang perbankan, dunia pendidikan, dunia medis, kepolisian, perdagangan, dan perancangan produk^[2]. Ini berarti penggunaan teknologi informasi dari waktu ke waktu semakin meluas. Tentunya teknologi informasi juga dapat berperan dalam dunia transportasi.

Mikrocontroller AT89S51 adalah salah satu teknologi mesin pengolah (*processor*) yang dilengkapi dengan fasilitas perangkat masukan, output, dan memori, yang dikemas dalam satu chip tunggal. Teknologi ini dibuat oleh *ATMEL*^[3]. *AT89S51* dapat mengolah sendiri (otomatis) informasi yang diterima dan mengeluarkan informasi berdasarkan program

atau perangkat lunak yang diberikan. Spesifikasi teknis mikrokontroler *AT89S51* sebagai berikut:

- 4K bytes of In-System Programmable (ISP) Flash Memory yang dapat dihapus dan ditulis sampai 1.000 kali;
- 128 X 8-byte internal RAM;
- 32 jalur masukan/keluaran;
- Internal Oscillator dan timer circuit;
- 1 buah jalur serial masukan/keluaran;
- 256 set instruksi;
- 2 buah timer/counter 16 bit.

Susunan pin mikrokontroler *AT89S51* disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Susunan pin mikrokontroler *AT89S51*

Berikut ini adalah penjelasan mengenai fungsi dari masing-masing pin mikrokontroler *AT89S51* sebagai berikut:

- *Vcc* : Tegangan supply.
- *Gnd* : ground.
- *Port 0* : merupakan port I/O bertipe open drain bidirectional. Sebagai port keluaran, masing-masing kaki dapat mengaktifkan delapan masukan TTL. Pada saat port 0 dalam keadaan high, dapat digunakan sebagai jalur alamat (A0–A7) atau jalur data (D0–D7) selama pengaksesan memori data atau memori program eksternal.
- *Port 1* : merupakan port I/O dua arah yang dilengkapi dengan pullup internal. Output buffer dari port 1 dapat mengaktifkan 4 masukan TTL. Pada saat port 1 dalam keadaan high, dapat digunakan sebagai input.

Pada *port 1* juga digunakan sebagai penerimaan alamat *byte* rendah selama *Flash programming*, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1 di bawah ini:

Tabel 1. Fungsi khusus pada *Port 1*

Kaki <i>port</i>	Fungsi khusus
<i>P1.5</i>	<i>MOSI</i> (digunakan dalam <i>In-System Programming</i>)
<i>P1.6</i>	<i>MISO</i> (digunakan dalam <i>In-System Programming</i>)
<i>P1.7</i>	<i>SCK</i> (digunakan dalam <i>In-System Programming</i>)

- *Port 2* : merupakan *port I/O* dua arah yang dilengkapi dengan *pullup* internal. *Output buffer* dari *port 2* dapat mengaktifkan 4 masukan *TTL*. Pada saat *port 2* dalam keadaan *high*, dapat digunakan sebagai *input*. *Port 2* juga dapat digunakan sebagai jalur alamat (*A8–A15*) selama pengambilan instruksi dari memori program eksternal atau selama pengaksesan memori data eksternal yang menggunakan perintah dengan alamat 16-bit (*MOVX @DPTR*).
- *Port 3* : merupakan *port I/O* dua arah yang dilengkapi dengan *pullup* internal. *Output buffer* dari *port 3* dapat mengaktifkan 4 masukan *TTL*. Pada saat *port 3* dalam keadaan *high*, dapat digunakan sebagai *input*. *Port 3* juga menyediakan berbagai fungsi khusus, sebagaimana diberikan dalam Tabel 2 di bawah ini:

Tabel 2. Fungsi khusus pada *Port 3*

Kode <i>port</i>	<i>Alternate Function</i>	Fungsi
<i>P3.0</i>	<i>RXD</i>	<i>Port Serial</i> Masukan
<i>P3.1</i>	<i>TXD</i>	<i>Port Serial</i> Keluaran
<i>P3.2</i>	<i>INT 0</i>	<i>Port External Interrupt 0</i>
<i>P3.3</i>	<i>INT 1</i>	<i>Port External Interrupt 1</i>
<i>P3.4</i>	<i>T0</i>	<i>Port External Timer 0</i> Masukan
<i>P3.5</i>	<i>T1</i>	<i>Port External Timer 1</i> Masukan
<i>P3.6</i>	<i>WR</i>	Sinyal tanda tulis memori data eksternal
<i>P3.7</i>	<i>RD</i>	Sinyal tanda baca memori data eksternal

- *ALE/PROG*: keluaran *ALE* (*Address Latch Enable*) akan menghasilkan pulsa-pulsa untuk mengunci alamat *byte* rendah (*A0–A7*) selama mengakses memori eksternal. Pada saat pemrograman *flash* berfungsi sebagai *pulse input*.
- *PSEN* (*Program Strobe Enable*): merupakan sinyal baca untuk memori program eksternal. Sinyal *PSEN* tidak aktif untuk pengambilan program pada memori program internal (*PSEN=0*).
- *EA/VPP*: jika mikrokontroler akan mengeksekusi program dari memori eksternal lokasi *0000H* hingga *FFFFH* maka *EA* (*External Access Enable*) harus dihubungkan ke *ground*. Apabila pin *EA* dihubungkan dengan *Vcc*, maka mikrokontroler akan mengeksekusi program pada alamat *0000H* sampai *0FFFH* pada memori program internal dan alamat *1000H* sampai *FFFFH* pada memori program eksternal.
- *XTAL1*: merupakan *input* untuk *inverting oscillator amplifier* dan sebagai *input* pada *internal clock operating circuit*.
- *XTAL 2*: merupakan *output* dari *inverting oscillator amplifier*.
- *RST*: reset. Kondisi *high* selama 2 siklus mesin akan mereset mikrokontroler.

Dioda cahaya dan *Dioda Photo* adalah teknologi elektronik yang dapat dibentuk menjadi sensor infra merah^[4]. Sensor infra merah adalah sensor yang dapat berfungsi sebagai pendeteksi ada tidaknya gerakan. Hasil deteksi sensor dapat dikirimkan menjadi masukan mikrokontroler. Dengan demikian sensor infra merah merupakan salah satu anggota kelompok teknologi *input*.

Modul Frekuensi Radio (modul FR) adalah salah satu jenis media transmisi nirkabel pada teknologi komunikasi. Teknologi ini terdiri dari bagian pemancar (*transmitter*) dan bagian penerima (*receiver*). Salah satu jenis modul RF adalah tipe *TLP-434A* untuk modul pemancar (*transmitter*) dan *RLP-434A* untuk modul penerima (*receiver*)^[5]. Teknologi ini dapat mengirimkan data dari jarak jauh tanpa kabel ke

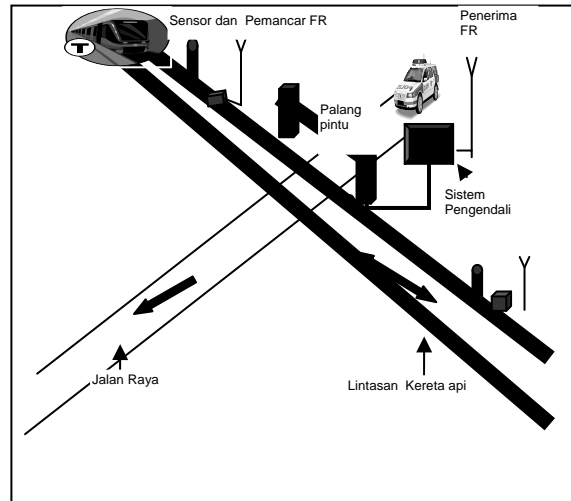
tujuan yang diinginkan. Pemancar *TLP-434A* dapat beroperasi dari 2 sampai 12 volt *DC* sehingga produk modul RF ini lebih mudah dalam penggunaannya. Daerah jangkauan dari produk ini adalah 300 kaki (sekitar 100 meter) di dalam suatu daerah yang terbuka atau tanpa halangan dan sekitar 100 kaki (30 meter) di dalam suatu daerah yang terdapat halangan-halangan seperti bangunan ataupun yang lainnya. Hasil transmisi yang dilakukan oleh modul FR *TLP-434A* dipengaruhi oleh faktor-faktor lain seperti: antena yang digunakan, tingkat kebisingan, dan *operating voltage* dari pemancar itu sendiri.

Motor listrik merupakan sebuah teknologi yang mampu mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Energi ini dapat menggantikan tenaga manusia yang dibutuhkan untuk menggerakkan berbagai peralatan mekanik seperti palang pintu rel kereta api. Ada banyak jenis motor listrik. Salah satu diantaranya adalah *motor stepper* yaitu motor listrik yang putarannya berupa langkah demi langkah. Karena itu dapat kendalikan kecepatannya, dan arah gerakannya langkah demi langkah sesuai dengan kebutuhan^[6]. *Motor stepper* bersama palang pintu dapat dihubungkan dengan *output mikrokontroller* melalui *motor driver*. Teknologi ini jika diterapkan pada sistem pintu rel kereta api membuat pembukaan dan penutupan pintu lintasan rel dapat dikendalikan oleh mikrokontroler. Dengan demikian mikrokontroler akan berfungsi sebagai pengganti operator sesuai perangkat lunak yang diterima.

Dari uraian tentang teknologi yang telah tersedia terlihat bahwa pintu lintasan rel kereta api yang otomatis dapat diwujudkan.

METODE PENELITIAN

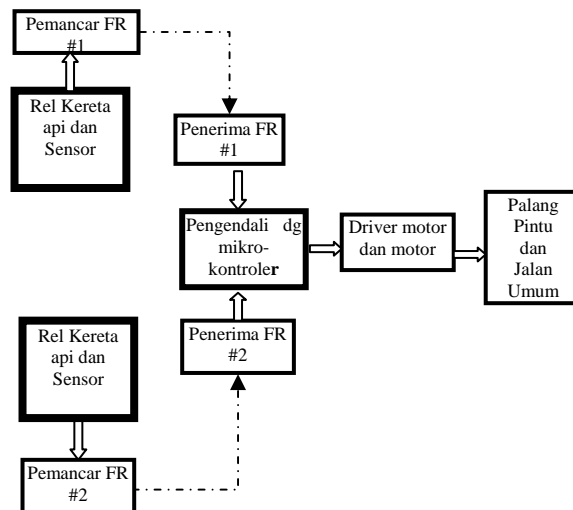
Skema penempatan alat pada pintu lintasan kereta api disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Skema penempatan alat palang pintu rel kereta api

Konstruksi pintu lintasan kereta api

Prototipe pintu lintasan rel kereta api otomatis ini terdiri dari 6 modul sebagaimana disajikan pada Gambar 3, yaitu: 1. modul sensor infra merah; 2. modul frekuensi radio; 3. modul pengendali berbasis mikrokontroler; 4. modul penggerak palang pintu; 5. modul palang pintu; 6. dan modul perangkat lunak pintu lintasan.

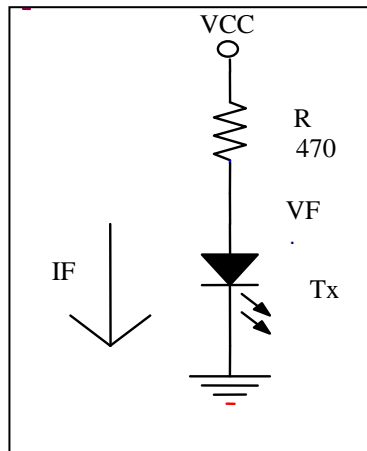


Gambar 3. Blok diagram prototipe pintu lintasan kereta api

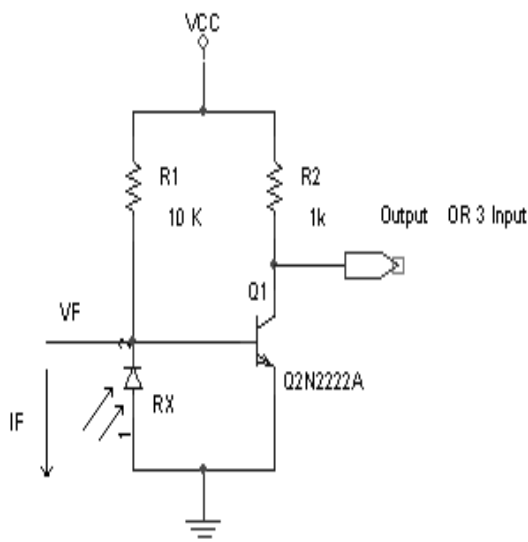
1. Modul sensor infra merah

Modul sensor infra merah terdiri dari bagian pemancar dan bagian penerima. Bagian pemancar terdiri dari *LED* dan *resistor* 470 Ohm sedangkan pada bagian penerima terdiri dari *dioda photo* tipe *QED122* yang dihubungkan seri dengan *resistor* 10kΩ dan sebuah transistor yang kolektornya dihubungkan

seri dengan resistor $1k\Omega$. Gambar 4 dan 5 menunjukkan rangkaian masing-masing bagian pemancar dan penerima sensor.



Gambar 4. Bagian pemancar sensor



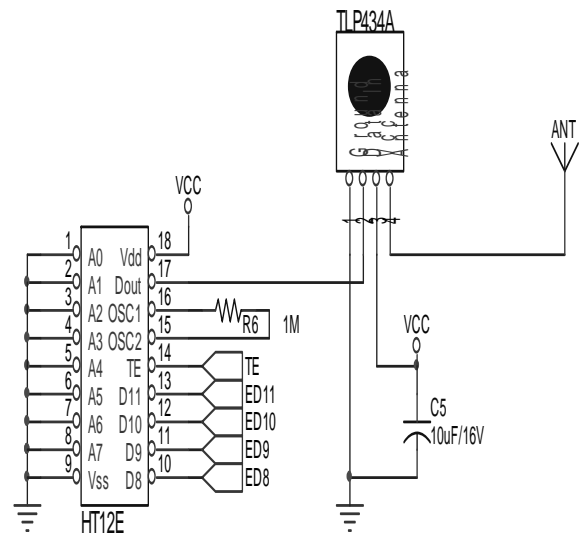
Gambar 5. Bagian penerima sensor

Modul sensor infra merah berfungsi untuk mendeteksi ada atau tidaknya gerakan yang melintasi sensor tersebut. Dalam hal ini sensor dipasang sedemikian rupa untuk mendeteksi ada atau tidaknya kereta api yang lewat di antara bagian pemancar dan bagian penerima sensor. Ada 6 buah modul sensor infra merah pada sistem tersebut, masing-masing 3 ditempatkan pada sisi kiri dan sisi kanan lintasan rel kereta api. Penempatan ini memungkinkan sistem mendeteksi gerakan kereta api dari dua arah yang berlawanan.

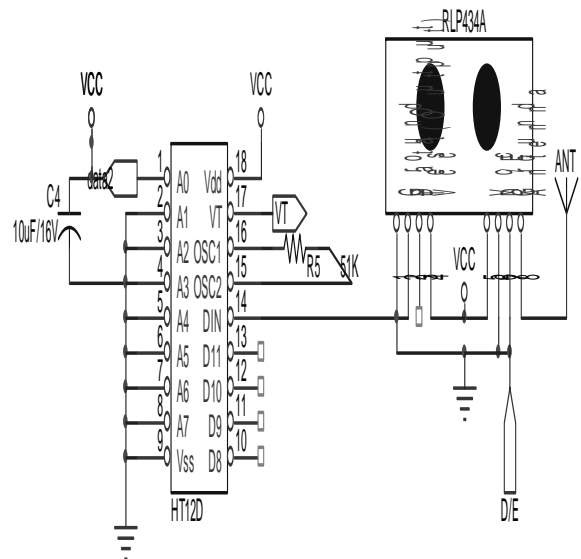
2. Modul Frekuensi Radio (FR)

Modul FR yang digunakan pada sistem ini terdiri atas dua bagian yaitu bagian pemancar sebanyak 2 unit dan bagian penerima sebanyak 1 unit. Bagian pemancar terdiri atas *encoder IC HT12E* dan *TLP-434A*, sedangkan bagian penerima terdiri atas *decoder IC HT12D* dan *RLP-434A*.

Modul FR *TLP-434A* menggunakan modulasi *ASK* yang beroperasi pada frekuensi 433,92 MHz^[5]. Gambar 6 menunjukkan modul pemancar FR dan Gambar 7 menunjukkan modul FR penerima.



Gambar 6. Bagian pemancar modul FR



Gambar 7. Bagian penerima modul FR

Masukan bagian pemancar modul FR terhubung dengan modul sensor untuk menerima

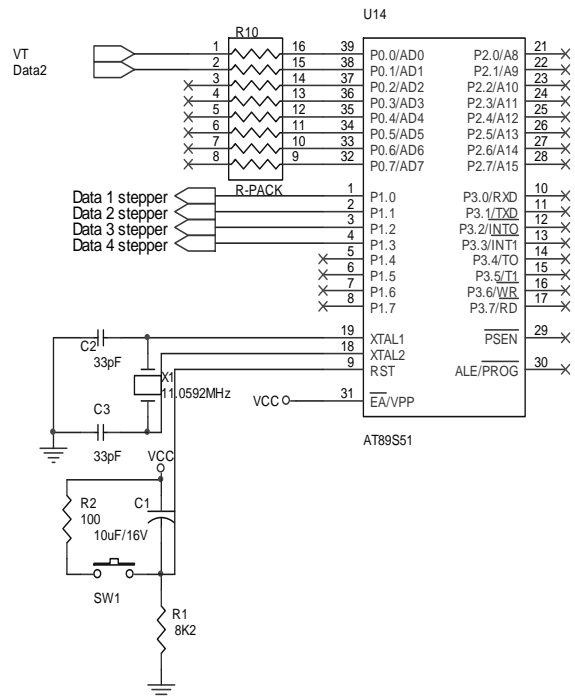
data dari sensor. Data tersebut kemudian dipancarkan secara serial dan diterima oleh bagian penerima modul FR. Bagian penerima FR meneruskan data ke mikrokontroler. Oleh sebab itu keluaran bagian penerima modul FR terhubung dengan masukan mikrokontroler. Kedua unit bagian pemancar masing-masing diletakkan pada sisi kiri dan sisi kanan lintasan penyeberangan rel kereta api seperti halnya sensor infra merah.

Encoder HT12E berfungsi mengubah data dari paralel ke serial berdasarkan *application note*, sedangkan *HT12D* berfungsi membalik serial ke paralel. Frekuensi *carrier HT12E* = 3KHz dan frekuensi *carrier HT12D* = 150kHz. Nilai resistor osilator pada *IC HT12E* adalah 1,1 M, nilai resistor osilator pada *HT12D* 51 K.

3. Modul Pengendali

Modul pengendali adalah rangkaian minimum sistem dari mikrokontroler *AT89S51* seperti ditunjukkan pada Gambar 8. Modul ini memiliki pembangkit *clock* yang terdiri dari dua kapasitor 33 pF, dan satu buah kristal dengan frekuensi 12MHz. Rangkaian reset menggunakan satu kapasitor 10 uF dan resistor 8,2 k Ω . *Pin EA/Vpp* dihubungkan dengan *Vcc* karena program tidak mengakses memori *external*. *Port 1.0* sampai *port 1.3* digunakan untuk menggerakkan *motor stepper*. *Port 0.0* digunakan sebagai jalur untuk menerima sinyal dari sisi pemancar (Tx), sedangkan *port 0.1* digunakan sebagai jalur data dari *HT12E* ke mikrokontroler.

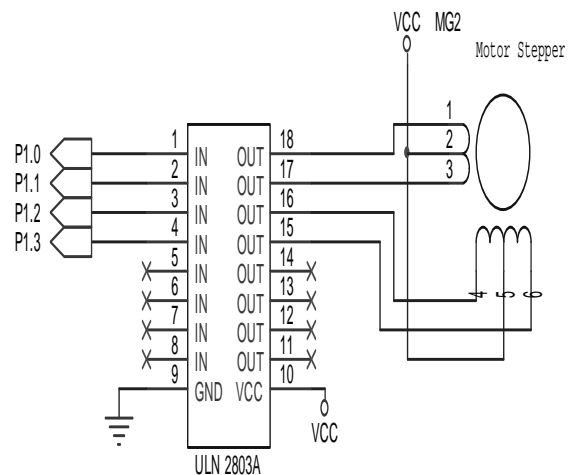
Mikrokontroler *AT89C51* mempunyai osilator internal (*on chip oscillator*) yang dapat digunakan sebagai pewaktu (pencatat waktu). Untuk menggunakan osilator internal ini, disediakan sebuah kristal antara *pin 19 (XTAL 1)* dan *pin 18 (XTAL 2)* dan dua buah kapasitor yang dihubungkan ke *ground*. Rangkaian reset akan aktif 'high' selama dua *machine cycles* osilator bekerja. Nilai kapasitor *C1* dan *C2* yang digunakan sebesar 33 pF.



Gambar 8. Modul pengendali berbasis mikrokontroler *AT89S51*

4. Modul Penggerak Palang Pintu

Gambar 9 menunjukkan modul penggerak palang pintu. Modul penggerak palang pintu terdiri dari *IC ULN 2803* dan motor *stepper* masing-masing satu unit.



Gambar 9. Modul Penggerak Palang Pintu

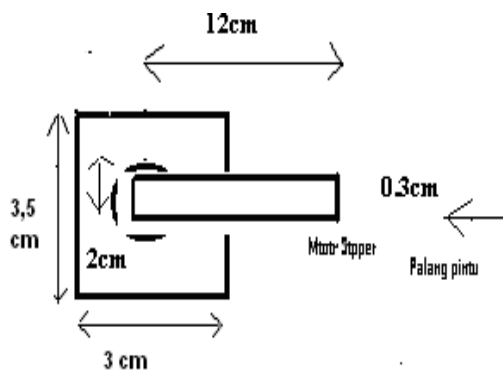
IC tersebut berfungsi untuk menggerakkan motor *stepper*. Selanjutnya motor *stepper* berfungsi untuk menggerakkan palang pintu kereta api pada posisi menutup dan membuka

sesuai dengan perintah mikrokontroler. *Input IC ULN 2803* terhubung dengan *output* mikrokontroler.

5. Modul Palang Pintu Kereta

Prototipe palang pintu kereta ini dibuat dari akrilik dengan dimensi panjang 12,5 cm, lebar 0,3 cm, dan tinggi adalah 4 cm. Dimensi ini disesuaikan dengan dimensi motor *stepper* yang digunakan yang memiliki panjang 3 cm dan tinggi dari motor *stepper* adalah 3,5 cm. Pada Gambar 10 ditunjukkan tampak depan dari modul palang pintu kereta.

Area tempat prototipe ini terdiri dari 3 bagian, yaitu 2 bagian ditempati oleh modul sensor-sensor *Infra Red* beserta modul FR. Bagian ini berfungsi untuk mendeteksi kereta yang akan melewati lintasan kereta api di dekat palang pintu tersebut. Sedangkan bagian yang lain ditempati oleh palang pintu kereta beserta dengan motor *stepper*.



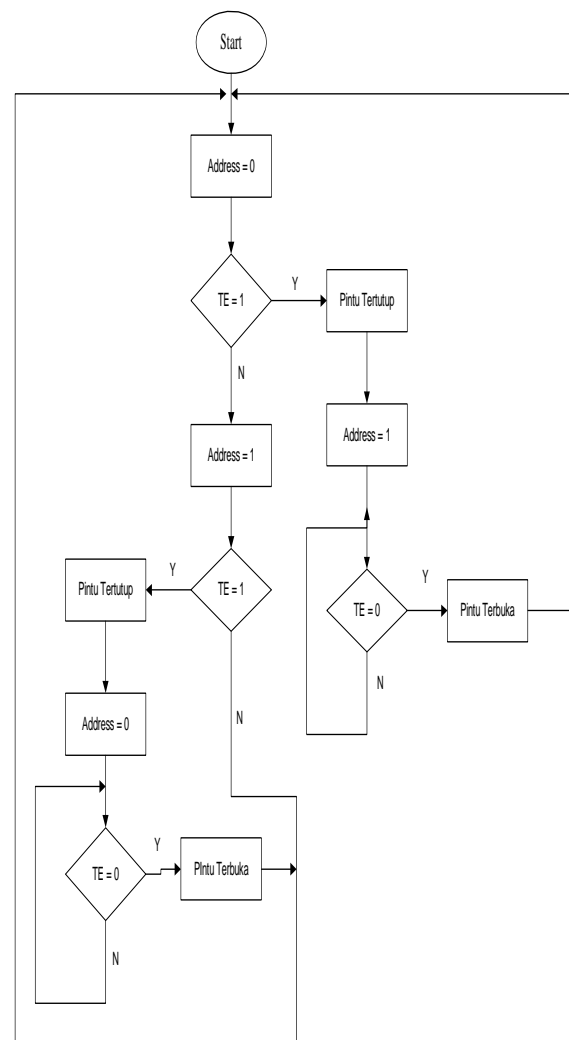
Gambar 10. Modul Palang Pintu Kereta

6. Modul Perangkat Lunak

Perangkat lunak dibutuhkan untuk memprogram cara kerja dari mikrokontroler agar sistem dapat bekerja secara otomatis. Gambar 11 menunjukkan diagram alir program yang digunakan untuk mengendalikan pintu lintasan kereta api secara otomatis.

Cara kerja dari prototipe ini adalah sebagai berikut: Sensor infra merah mendeteksi ada tidaknya kereta api yang akan melewati jalur penyeberangan. Data yang dideteksi oleh sensor diteruskan ke modul FR bagian pemancar. Modul FR bagian pemancar kemudian mengirimkan data ke modul FR bagian penerima untuk diteruskan kepada mikrokontroler. Data yang diterima diolah sedemikian rupa oleh

mikrokontroler. Jika data tersebut mengandung informasi yang mengatakan bahwa ada kereta api yang terdeteksi dari sebelah kiri palang pintu, maka mikrokontroler akan memerintahkan motor *stepper* untuk menggerakkan palang pintu ke posisi menutup. Setelah pintu menutup mikrokontroler akan menunggu sampai ada data dari sensor sebelah kanan. Jika data dari sensor di sebelah kanan menunjukkan informasi bahwa tidak ada kereta api yang lewat, maka mikrokontroler memerintahkan motor *stepper* untuk membuka palang pintu. Hal yang sebaliknya berlaku jika kereta api datang dari sebelah kanan palang pintu.



Gambar 11. Diagram Alir Perangkat Lunak Pintu Lintasan

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pengujian kinerja Prototipe

Pengujian kinerja sistem ini meliputi dua aspek yaitu pengujian masing-masing modul dan pengujian sistem secara keseluruhan.

Modul sensor infra merah diuji kinerjanya dengan multimeter *Digital* tipe *GDM 350*. Kinerja sensor pada saat tidak ada penghalang akan berlogika '1' atau '*high*' dan pada saat ada penghalang akan berlogika '0' atau '*low*', dengan $V_{cc}=5V$. Tabel 3 menunjukkan hasil pengukuran kinerja sensor secara elektrik. Berdasarkan dari Tabel 3 maka dapat disimpulkan bahwa modul infra merah tersebut berjalan dengan baik karena level tegangan *ouput*-nya dapat dibaca oleh mikrokontroler.

Pengujian Modul FR dilakukan untuk mengetahui apakah modul tersebut dapat mengirimkan data yang diterima dari sensor atau tidak. Pengujian dilakukan dengan mengukur tegangan output bagian penerima saat ada penghalang dan pada saat tidak ada penghalang.

Tabel 3. Pengukuran Rangkaian Infra Merah

No	Rangkaian sensor <i>Infra Red</i>	Tegangan <i>Output</i> pada saat '1' (V)	Tegangan <i>Output</i> Pada saat '0' (V)
1	R1	4,99	0,018
2	R2	4,99	0,043
3	R3	4,99	0,062
4	R4	4,98	0,078
5	R5	4,97	0,076
6	R6	4,99	0,061

Tabel 4. menunjukkan hasil pengukuran tegangan *output* dari Modul FR pada bagian penerima. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa Modul FR bekerja dengan baik sesuai dengan rancangan.

Tabel 4. Hasil Percobaan Rangkaian Modul FR

No	Module FR	Tegangan <i>Output</i> Saat Tanpa Penghalang (V)	Tegangan <i>Output</i> Saat ada Penghalang (V)
1	Penerima dari Pemancar I	4,77	0,03
2	Penerima dari Pemancar II	4,79	0,04

Hasil percobaan status sensor pintu ditunjukkan pada Tabel 5 sebagai berikut.

Tabel 5. Hasil Percobaan Status Sensor dan Pintu

Percobaan ke:	Status sensor	Status Pintu
1	terhalang	menutup
2	tanpa penghalang	membuka
3	terhalang	menutup
4	tanpa penghalang	membuka
5	terhalang	menutup
6	tanpa penghalang	membuka
7	terhalang	menutup
8	tanpa penghalang	membuka
9	terhalang	menutup
10	tanpa penghalang	membuka

Kinerja sistem secara keseluruhan diuji dengan melewati kereta api mainan pada sistem yang dibangun. Untuk itu dibutuhkan kereta api mainan yang dapat bergerak dengan sumber energi baterai serta lintasan berupa rel kereta mainan. Pengujian dilakukan dari 2 arah yang berlawanan secara berurutan. Pengujian dilakukan 10 kali. Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 6.

Dari Tabel 6 tersebut ditunjukkan bahwa saat ada kereta api yang akan lewat dan terdeteksi oleh sensor, maka pintu otomatis menutup. Selanjutnya jika badan kereta api sudah lewat sepenuhnya pada sensor sisi lainnya, maka pintu otomatis membuka.

Kelemahan sistem ini terletak pada sumber energinya. Saat percobaan dilakukan dengan sumber energi baterai, maka gerakan motor mulai melemah serta daya deteksi sensor juga melemah. Untuk itu dibutuhkan tegangan *Direct Current (DC)* yang besarnya konstan agar fungsi penutupan dan pembukaan palang pintu tetap berjalan dengan baik.

Tabel 6. Hasil Pengujian Posisi kereta api terhadap status Pintu

Percobaan ke:	Posisi Kereta api	Status Pintu
1	mendekati lokasi sensor	membuka
	berada di lokasi sensor	menutup
	berada di sisi pintu	menutup
	melewati pintu	membuka
2	mendekati lokasi sensor	membuka
	berada di lokasi sensor	menutup
	berada di sisi pintu	menutup
	melewati pintu	membuka

Tabel 6. Hasil Pengujian Posisi kereta api terhadap status Pintu (lanjutan)

Percobaan ke:	Posisi Kereta api	Status Pintu
3	mendekati lokasi sensor	membuka
	berada di lokasi sensor	menutup
	berada di sisi pintu	menutup
	melewati pintu	membuka
4	mendekati lokasi sensor	membuka
	berada di lokasi sensor	menutup
	berada di sisi pintu	menutup
	melewati pintu	membuka
5	mendekati lokasi sensor	membuka
	berada di lokasi sensor	menutup
	berada di sisi pintu	menutup
	melewati pintu	membuka
6	mendekati lokasi sensor	membuka
	berada di lokasi sensor	menutup
	berada di sisi pintu	menutup
	melewati pintu	membuka
7	mendekati lokasi sensor	membuka
	berada di lokasi sensor	menutup
	berada di sisi pintu	menutup
	melewati pintu	membuka
8	mendekati lokasi sensor	membuka
	berada di lokasi sensor	menutup
	berada di sisi pintu	menutup
	melewati pintu	membuka
9	mendekati lokasi sensor	membuka
	berada di lokasi sensor	menutup
	berada di sisi pintu	menutup
	melewati pintu	membuka
10	mendekati lokasi sensor	membuka
	berada di lokasi sensor	menutup
	berada di sisi pintu	menutup
	melewati pintu	membuka

KESIMPULAN

Telah diuraikan prototipe pintu lintasan kereta api berbasis teknologi informasi terdiri atas 6 modul yaitu modul sensor, modul FR, modul pengendali berbasis mikrokontroler, modul penggerak palang pintu modul palang pintu, dan perangkat lunak. Prototipe tersebut dapat mendeteksi kedatangan kereta api dari dua arah yang saling berlawanan, tetapi secara berurutan. Dari hasil uji coba kinerja prototipe dengan skala laboratorium ternyata secara teknologi, penerapan teknologi mikrokontroler dan teknologi komunikasi frekuensi radio untuk mengendalikan dan mengkomunikasikan pintu dengan sensor pada sistem perlintasan kereta api terbukti berhasil.

Kelemahan prototipe tersebut terletak pada kontinuitas suplai energi listrik ke sistem.

Jika suplai energi listrik lemah, maka sensor tidak mampu mendeteksi keberadaan kereta api. Kelemahan lainnya adalah bahwa prototipe tersebut belum mampu membedakan kereta api atau benda lain yang bergerak di rel, belum mampu bekerja pada sistem rel dengan banyak kereta api serta belum mampu mengatasi masalah, jika seandainya ada benda yang menghalangi palang pintu saat menutup atau membuka. Untuk pengembangan lebih lanjut sistem ini perlu dilengkapi dengan sensor yang bisa membedakan kereta api atau benda lainnya, sehingga mampu bekerja pada sistem rel kereta api dengan banyak kereta api. Palang pintu yang dibuat belum cerdas, sehingga palang pintu tersebut tidak mampu mendeteksi apakah di bawahnya ada benda yang menghalangi saat turun atau tidak. Oleh sebab itu palang pintu juga perlu dilengkapi dengan sensor yang mampu mendeteksi halangan yang ada pada saat palang pintu membuka atau menutup. Langkah selanjutnya perlu dikaji lebih dalam mengenai kelayakan teknologi ini secara teknis dan ekonomis dengan menggunakan rel dan kereta api sesungguhnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dapat terwujud berkat dukungan dana dari Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya melalui Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat. Untuk itu Penulis mengucapkan terima kasih atas dukungannya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Williams, Brian K. Sawyer, Stacey C.,: *Using Information Technology A Practical Intrdoduction to Computers and Communications*, McGrawHill Book Co., Singapura, 2003
- [2] Kadir A., Triwahyuni, T.Ch., *Pengenalan Teknologi Informasi*, Penerbit Andi Offset, Yogyakarta, 2003
- [3] ATMEL, *Microcontroller AT89S51, Data Sheet*, <http://www.atmel.com>, San Jose, 2001
- [4] Floyd, Thomas L., *Electronics Fundamentals: Circuits, Devices, and*

- Application*, Edisi Ketujuh, Pearson Prentice Hall, New Jersey, 2007
- [5] LAIPAC, *TLP 434A and RLP434A Data Sheet*, [Http://www.Laipac.com/](http://www.Laipac.com/), Canada 2004
- [6] Wildi, Theodore, *Electrical machines, Drives, and Power Systems*, Edisi Kelima, Prentice Hall Inc., New Jersey, 2002